



⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 40 31 732 A 1**

⑳ Aktenzeichen: P 40 31 732.3
㉑ Anmeld tag: 6. 10. 90
㉒ Offenlegungstag: 9. 4. 92

㉓ Int. Cl.⁵:
C 09 D 175/14
C 08 L 75/14
C 08 J 3/205
C 08 J 3/03
// C 08 J 3/28, 3/24,
3/205, C 08 L 67:06,
71:00, 63:10, 75:14,
25:08, 33:04, C 08 G
18/40, 18/65, 18/32,
18/67

DE 40 31 732 A 1

㉔ Anmelder:
BASF AG, 6700 Ludwigshafen, DE

㉕ Erfinder:
Beck, Erich, Dr., 6721 Harthausen, DE; Renz, Hans,
Dr., 6701 Meckenheim, DE; Häberle, Karl, Dr., 6730
Neustadt, DE; Licht, Ulrike, Dr., 6800 Mannheim, DE;
Keil, Edmund, 6700 Ludwigshafen, DE; Lokai,
Matthias, 6753 Enkenbach-Alsenborn, DE

㉖ Strahlenhärtbare, wäßrige Bindemitteldispersionen

㉗ Strahlungshärtbare, wäßrige Bindemitteldispersionen,
enthaltend als Bindemittelkomponenten
(A) 5 bis 95 Gew.-%, bezogen auf die Gesamtmenge der
Komponenten (A), (B) und (C) eines in Wasser dispergierten
Polyurethans, welches einen K-Wert größer 40 (gemessen in
Dimethylformamid) hat oder in Dimethylformamid nicht
löslich ist und einen Gehalt an polymerisierbaren ethylenisch
ungesättigten Gruppen von maximal 0,2 Mol pro 100 g
Polyurethan aufweist, und
(B) 5 bis 95 Gew.-%, bezogen auf die Gesamtmenge der
Komponenten (A), (B) und (C) eines in Wasser dispergierten
Präpolymeren oder Präpolymerengemischs mit einem Gehalt
von 0,1 bis 1,0 Mol polymerisierbarer ethylenisch ungesättig-
ter Gruppen pro 100 g Präpolymer oder Präpolymerenge-
misch und einem Molekulargewicht von 300 bis 10000, wobei
der K-Wert (gemessen in Dimethylformamid) kleiner 40 ist,
und
(C) 0 bis 30 Gew.-%, bezogen auf die Gesamtmenge der
Komponenten (A), (B) und (C), eines Schutzkolloids.

DE 40 31 732 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft strahlungshärtbare, wäßrige Bindemitteldispersionen, enthaltend

- 5 A) 5 bis 95 Gew.-%, bezogen auf die Gesamtmenge der Komponenten (A), (B) und (C) eines in Wasser dispergierten Polyurethans, welches einen K-Wert größer 40 (gemessen in Dimethylformamid) hat oder in Dimethylformamid nicht löslich ist und einen Gehalt an polymerisierbaren ethylenisch ungesättigten Gruppen von maximal 0,2 mol pro 100 g Polyurethan aufweist, und
- 10 B) 5 bis 95 Gew.-%, bezogen auf die Gesamtmenge der Komponenten (A), (B) und (C) eines in Wasser dispergierten Präpolymeren oder Präpolymerengemischs mit einem Gehalt von 0,1 bis 1,0 mol polymerisierbarer ethylenisch ungesättigter Gruppen pro 100 g Präpolymer oder Präpolymerengemisch und einem Molekulargewicht von 300 bis 10 000, wobei der K-Wert (gemessen in Dimethylformamid) kleiner 40 ist, und
- 15 C) 0 bis 30 Gew.-%, bezogen auf die Gesamtmenge der Komponenten (A), (B) und (C), eines Schutzkolloids.

Strahlungshärtbare, wäßrige Bindemitteldispersionen von Polyurethanen, Polyestern, Polyethern und anderen Präpolymeren sind, z. B. aus der DE-A-28 53 921, bekannt. In der DE-A-34 37 918 sind wäßrige Polyurethanacrylatdispersionen beschrieben, in denen die Polyurethanacrylate eine Doppelbindungszahl von 2,5 bis 15 g Brom pro 100 g Polyurethanacrylat (Δ 0,016 bis 0,09 mol Brom, bzw. mol Doppelbindungen pro 100 g Polyurethanacrylat) aufweisen. Die mit diesen Dispersionen hergestellten Beschichtungen sind durch gute elastische Eigenschaften gekennzeichnet. Aufgrund der geringen Anzahl der Doppelbindungen und der damit verbundenen geringen Vernetzungsdichte ist die Härte dieser Beschichtungen jedoch ungenügend.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung waren daher wäßrige, strahlungshärtbare Bindemitteldispersionen, die Beschichtungen mit sehr guter Elastizität und großer Härte ergeben. Gleichzeitig sollen die Beschichtungen auf Substratoberflächen gut haften und eine gute Lösemittel- und Chemikalienbeständigkeit aufweisen.

Demgemäß wurden die wäßrigen, strahlungshärtbaren Bindemitteldispersionen gemäß Anspruch 1 gefunden.

Die weiteren Ausführungen betreffen die einzelnen Komponenten der Bindemitteldispersionen sowie ihre Verwendung zur Beschichtung von Oberflächen.

Geeignete Polyurethane (A) werden erhalten durch Umsetzung von Polyisocyanaten mit Polyaminen oder Polyolen als Kettenverlängerer, gegebenenfalls mit monofunktionellen Alkohol- oder Aminverbindungen und gegebenenfalls mit Verbindungen mit mindestens einer ethylenisch ungesättigten Gruppe und mindestens einer gegenüber Isocyanat reaktiven Hydroxyl- oder Aminogruppe.

Insbesondere werden bei der Herstellung des Polyurethans, bezogen auf

- 35 a) 1 Grammäquivalent NCO eines Polyisocyanats folgende Grammäquivalentmengen von Verbindungen mit einer oder mehreren gegenüber Isocyanat reaktiven Gruppen eingesetzt:
- b) 0,1 – 0,8 Grammäquivalente OH eines Polyols mit einem Molekulargewicht zwischen 400 und 6000 g/mol
- c) 0 – 0,8 Grammäquivalente OH eines Polyols mit einem Molekulargewicht zwischen 62 und 399 g/mol
- 40 d) 0 – 0,4 Grammäquivalente NH eines Polyamins mit mindestens zwei gegenüber Isocyanat reaktiven Aminogruppen
- e) 0 – 0,4 Grammäquivalente OH eines Aminoalkohols mit einer gegenüber Isocyanat reaktiven Aminogruppe
- f) 0 – 0,5 bevorzugt 0,05 – 0,5 Grammäquivalente OH oder NH einer Verbindung mit ionische Gruppen oder in Ionengruppen überführbaren Gruppen mit mindestens einer gegenüber Isocyanat reaktiven Hydroxyl- oder Aminogruppe,
- 45 g) 0 – 0,2 Grammäquivalente OH oder NH von monofunktionellen Amin- oder Hydroxylverbindungen und gegebenenfalls
- h) soviel Grammäquivalente OH einer Verbindung mit mindestens einer ethylenisch ungesättigten Gruppe, daß im Polyurethan maximal 0,2 mol polymerisierbarer ethylenisch ungesättigter Gruppen ($>C=C<$ Gruppen) pro 100 g des Polyurethans vorhanden sind,
- 50

wobei die Summe der Grammäquivalente der gegenüber Isocyanat reaktiven Amino- und Hydroxylgruppen im allgemeinen 0,9 bis 1,1, insbesondere 0,95 bis 1,05 beträgt.

Bevorzugt beträgt der Gehalt an polymerisierbaren ethylenisch ungesättigten Gruppen im Polyurethan 0,01 bis 0,2, besonders bevorzugt 0,02 bis 0,08 mol pro 100 g des Polyurethans.

Das Polyurethan hat einen K-Wert (nach Fikentscher, Cellulose-Chemie 13, 58 (1932)) gemessen in Dimethylformamid bei 25°C von mehr als 40 oder ist bei 25°C in Dimethylformamid, z. B. aufgrund seines besonders hohen Molekulargewichts oder weil es sich um ein vernetztes Polyurethan handelt, unlöslich, so daß ein K-Wert nicht mehr bestimmt werden kann.

60 Zu den Aufbaukomponenten des ethylenisch ungesättigten Polyurethans ist folgendes zu bemerken: Geeignete Polyisocyanate a) sind organische Verbindungen, die mindestens zwei freie Isocyanatgruppen aufweisen. Vorzugsweise werden Diisocyanate $X(NCO)_2$ eingesetzt, wobei X einen aliphatischen Kohlenwasserstoffrest mit 4 bis 12 Kohlenstoffatomen, einen cycloaliphatischen Kohlenwasserstoffrest mit 6 bis 15 Kohlenwasserstoffatomen, einen aromatischen Kohlenwasserstoffrest mit 6 bis 15 Kohlenwasserstoffatomen oder einen araliphatischen Kohlenwasserstoffrest mit 7 bis 15 Kohlenstoffatomen bedeutet. Beispiele derartiger Diisocyanate sind Tetramethyldiisocyanat, Hexamethyldiisocyanat, Dodecamethyldiisocyanat, 1,4-Diisocyanatocyclohexan, 1-Isocyanato-3,5,5-trimethyl-5-isocyanatomethylcyclohexan, 4,4'-Diisocyanatodicyclohexylmethan, 4,4'-Diisocyanato-dicyclohexylpropan-(2,2), 1,4-Diisocyanatobenzol, 2,4-Diisocyanato-toluol, 2,6-Diisocyanato-

toluol, 4,4'-Diisocyanato-diphenylmethan, p-Xylylendiisocyanat, sowie aus diesen Verbindungen bestehende Gemische, wie besonders Gemische aus aliphatischen bzw. cycloaliphatischen und aromatischen Diisocyanaten im Molverhältnis 1 : 4 bis 5 : 1. Es ist auch möglich, die in der Polyurethanchemie an sich bekannten höherfunktionellen Polyisocyanate oder auch an sich bekannte modifizierte, beispielsweise Carbodiimidgruppen, Allophanatgruppen, Isocyanuratgruppen, Urethangruppen und/oder Biuretgruppen aufweisende Polyisocyanate anteilig mitzuverwenden. 5

Bei den Polyolen b) des Molekulargewichtsbereiches zwischen 400 und 6000 g/mol, bevorzugt 800 bis 4000 g/mol, besonders bevorzugt 1400 bis 3000 g/mol, handelt es sich um Polyesterpolyole oder Polyetherpolyole.

Bei den Polyesterpolyolen handelt es sich insbesondere um die an sich bekannten Umsetzungsprodukte von mehrwertigen, vorzugsweise zweiwertigen und gegebenenfalls zusätzlich dreiwertigen Alkoholen mit mehrwertigen, vorzugsweise zweiwertigen Carbonsäuren. Anstelle der freien Polycarbonsäuren können auch die entsprechenden Polycarbonsäureanhydride oder entsprechende Polycarbonsäureester von niederen Alkoholen oder deren Gemische zur Herstellung der Polyesterpolyole verwendet werden. Die Polycarbonsäuren können aliphatisch, cycloaliphatisch, aromatisch oder heterocyclisch sein und gegebenenfalls, z. B. durch Halogenatome, substituiert und/oder ungesättigt sein. Als Beispiele hierfür seien genannt: Bernsteinsäure, Adipinsäure, Korksäure, Azelainsäure, Sebacinsäure, Phthalsäure, Isophthalsäure, Trimellithsäure, Phthalsäureanhydrid, Tetrahydrophthalsäureanhydrid, Hexahydrophthalsäureanhydrid, Tetrachlorphthalsäureanhydrid, Endomethylentetrahydrophthalsäureanhydrid, Glutarsäureanhydrid, Maleinsäure, Maleinsäureanhydrid, Fumarsäure, dimere Fettsäuren. Als mehrwertige Alkohole kommen z. B. Ethylenglykol, Propylenglykol-(1,2) und -(1,3), Butandiol-(1,4), -(1,3) und -(2,3), Butendiol-(1,4), Butindiol-(1,4), Pentandiol-(1,5), Hexandiol-(1,6), Octandiol-(1,8), Neopentylglykol, Cyclohexandimethanol (1,4-Bis-hydroxymethylcyclohexan), 2-Methyl-1,3-propandiol, Pentandiol-(1,5), Glycerin, Trimethylolpropan, Hexantriol-(1,2,6), Butantriol-(1,2,4), Trimethyloläthan, ferner Diethylenglykol, Triethylenglykol, Tetraethylenglykol, Polyethylenglykol, Dipropylenglykol, Polypropylenglykol, Dibutylenglykol und Polybutylenglykole in Frage. 10 15 20 25

Geeignet sind auch Polyesterpolyole auf Lacton-Basis, wobei es sich um Homo- oder Mischpolymerisate von Lactonen, bevorzugt um difunktionelle, endständige Hydroxylgruppen aufweisende Anlagerungsprodukte von Lactonen bzw. Lactongemischen, wie z. B. ϵ -Caprolacton, β -Propiolacton, γ -Butyrolacton und/oder Methyl- ϵ -caprolacton an geeignete difunktionelle Startermoleküle, z. B. die vorstehend als Aufbaukomponente für die Polyesterpolyole genannten niedermolekularen, zweiwertigen Alkohole handelt. Die entsprechenden Polymerisate des ϵ -Caprolactons sind besonders bevorzugt. Auch niedere Polyesterdiole oder Polyetherdiole können als Starter zur Herstellung der Lacton-Polymerisate eingesetzt sein. Anstelle der Polymerisate von Lactonen können auch die entsprechenden, chemisch äquivalenten Polykondensate der den Lactonen entsprechenden Hydroxycarbonsäuren eingesetzt werden. 30

Die — gegebenenfalls im Gemisch mit Polyesterpolyolen — einsetzbaren Polyetherpolyole, insbesondere -diole, sind insbesondere durch Polymerisation von Ethylenoxid, Propylenoxid, Butylenoxid, Tetrahydrofuran, Styroloxid oder Epichlorhydrin mit sich selbst, z. B. in Gegenwart von BF_3 oder durch Anlagerung dieser Verbindungen gegebenenfalls im Gemisch oder nacheinander, an Startkomponenten mit reaktionsfähigen Wasserstoffatomen, wie Alkohole oder Amine, z. B. Wasser, Ethylenglykol, Propylenglykol-(1,3) oder -(1,2), 4,4'-Dihydroxy-diphenylpropan, Anilin erhältlich. 35 40

Als Polyole c) mit einem Molekulargewicht zwischen 62 und 399 g/mol, eignen sich z. B. die entsprechenden unter b) aufgeführten, zur Herstellung der Polyesterpolyole geeigneten Diole und Triole, sowie höher als trifunktionelle Alkohole wie Pentaerythrit oder Sorbit.

Bei den gegebenenfalls einzusetzenden Komponenten d) handelt es sich um mindestens difunktionelle Amin-Kettenverlängerer bzw. Vernetzer des Molgewichtsbereiches von 32 bis 500 g/mol, vorzugsweise von 60 bis 300 g/mol, ohne tertiäre Aminogruppen. Beispiele hierfür sind Diamine, wie Ethylendiamin, Hexamethylendiamin, Piperazin, 2,5-Dimethylpiperazin, 1-Amino-3-aminomethyl-3,5,5-trimethyl-cyclohexan (Isophorondiamin, IPDA), 4,4'-Diaminodicyclohexylmethan, 1,4-Diamino-cyclohexan, 1,2-Diamino-propan, Hydrazin, Hydrazinhydrat oder Triamine, wie Diethylentriamin. Sie können in Anteilen von 0 bis 2,0 Mol/Mol Komponente b) eingesetzt sein, insbesondere zur Kettenverlängerung von isocyanatgruppenhaltigen Prepolymeren vor oder insbesondere im Falle von Triaminen nach der Dispergierung in Wasser. Die aminogruppenhaltigen Kettenverlängerer können auch in blockierter Form, z. B. in Form der entsprechenden Ketimine (vgl. z. B. die CA-PS 11 29 128), Ketazine (vgl. etwa die US-PSen 42 69 748 und 42 69 748) oder Aminsäuren (s. US-PS 42 92 226) eingesetzt sein. Auch Oxazolidine, wie sie beispielsweise gemäß den US-PSen 41 92 937 und 41 92 937 verwendet werden, stellen verkappte Diamine dar, die für die Herstellung der erfindungsgemäßen Polyurethan-Dispersionen zur Kettenverlängerung der Isocyanat-Präpolymeren eingesetzt werden können. Bei der Verwendung derartiger verkappter Diamine werden diese im allgemeinen mit den Isocyanat-Präpolymeren in Abwesenheit von Wasser vermischt und diese Mischung anschließend mit dem Dispersionswasser oder einem Teil des Dispersionswassers vermischt, so daß intermediär hydrolytisch die entsprechenden Diamine freigesetzt werden. 45 50 55

Bei den gegebenenfalls einzusetzenden Komponenten e) handelt es sich um Aminoalkohole wie Ethanolamin, Isopropanolamin, Methylethanolamin oder Aminoethoxyethanol. 60

Als Aufbaukomponenten f) werden Verbindungen eingesetzt, die mindestens eine, vorzugsweise zwei gegenüber Isocyanatgruppen reaktionsfähige Gruppen und außerdem ionische Gruppen oder durch eine einfache Neutralisations- oder Quaternierungsreaktion in ionische Gruppen überführbare potentiell ionische Gruppe aufweisen. Durch Einführung der Aufbaukomponenten f) werden die Polyurethane selbst dispergierbar, d. h. beim Dispergieren in Wasser werden in diesem Fall keine Dispergierhilfsmittel (Schuttkolloid oder Emulgatoren) mehr benötigt. Die Einführung der kationischen und anionischen Gruppen erfolgt durch Mitverwendung von (potentielle) kationische Gruppen aufweisenden Verbindungen mit gegenüber Isocyanatgruppen reaktions- 65

fähigen Wasserstoffatomen oder (potentielle) anionische Gruppen aufweisenden Verbindungen mit gegenüber Isocyanatgruppen reaktionsfähigen Wasserstoffatomen. Zu dieser Gruppe von Verbindungen gehören beispielsweise tertiäre Stickstoffatome aufweisende Polyether mit vorzugsweise zwei endständigen Hydroxylgruppen, wie sie beispielsweise durch Alkoxylierung von zwei an Aminstickstoff gebundene Wasserstoffatome aufweisenden Aminen, z. B. N-Methylamin, Anilin oder N,N'-Dimethylhydrazin, in an sich üblicher Weise zugänglich sind. Derartige Polyether weisen im allgemeinen ein zwischen 500 und 6000 g/mol liegendes Molekulargewicht auf. Vorzugsweise werden jedoch die ionischen Gruppen durch Mitverwendung von vergleichsweise niedermolekularen Verbindungen mit (potentiellen) ionischen Gruppen und gegenüber Isocyanatgruppen reaktionsfähigen Gruppen eingeführt. Beispielsweise hierfür sind in den US-PSen 34 79 310 und 40 56 564 sowie der GB-PS 14 55 554 aufgeführt. Auch Dihydroxyphosphonate, wie das Natriumsalz des 2,3-Dihydroxypropanphosphonsäure-ethylesters oder das entsprechende Natriumsalz der nichtveresterten Phosphonsäure, können als ionische Aufbaukomponente mitverwendet werden.

Besonders bevorzugte (potentielle) ionische Aufbaukomponenten f) sind N-Alkyldialkanolamine, z. B. N-Methyl-diethanolamin, N-Ethylendiethanolamin, Diaminosulfonate, wie das Na-Salz der N-(2-Aminoethyl)-2-aminoethansulfonsäure, Dihydroxysulfonate, Dihydroxycarbonsäuren, wie Dimethylolpropionsäure, Diaminocarbonsäuren bzw. -carboxylate, wie Lysin oder das Na-Salz der N-(2-Aminoethyl)-2-aminoethancarbonsäure und Diamine mit mindestens einem zusätzlichen tertiären Aminstickstoffatom, z. B. N-Methylbis-(3-aminopropyl)-amin.

Die Überführung der gegebenenfalls zunächst in das Polyadditionsprodukt eingebauten potentiellen ionischen Gruppen zumindest teilweise in ionische Gruppen geschieht in an sich üblicher Weise durch Neutralisation der potentiellen anionischen und kationischen Gruppen oder durch Quarternierung von tertiären Aminstickstoffatomen.

Zur Neutralisation von potentiellen anionischen Gruppen, z. B. Carboxylgruppen, werden anorganische und/oder organische Basen eingesetzt wie Natriumhydroxid, Kaliumhydroxid, Kaliumcarbonat, Natriumhydrogencarbonat, Ammoniak oder primäre, sekundäre und besonders tertiäre Amine, z. B. Triethylamin oder Dimethylaminopropanol.

Zur Überführung der potentiellen kationischen Gruppen, z. B. der tertiären Amingruppen in die entsprechenden Kationen, z. B. Ammoniumgruppen, sind als Neutralisationsmittel anorganische oder organische Säuren, z. B. Salzsäure, Essigsäure, Fumarsäure, Maleinsäure, Milchsäure, Weinsäure, Oxalsäure oder Phosphorsäure oder als Quarternierungsmittel, z. B. Methylchlorid, Methyljodid, Dimethylsulfat, Benzylchlorid, Chloressigsäure-ethylester oder Bromacetamid geeignet. Weitere geeignete Neutralisations- und Quarternierungsmittel sind z. B. in der US-PS 34 79 310, Spalte 6, beschrieben.

Diese Neutralisation oder Quarternisierung der potentiellen Ionengruppen kann vor, während, jedoch vorzugsweise nach der Isocyanat-Polyadditionsreaktion erfolgen.

Die Mengen der Aufbaukomponente f), bei potentiellen ionengruppenhaltigen Komponenten unter Berücksichtigung des Neutralisations- oder Quarternierungsgrades, ist geeigneterweise so zu wählen, daß die Polyurethane einen Gehalt von 0,05 bis 2 m Äqu/g Polyurethan, vorzugsweise von 0,07 bis 1,0 und besonders bevorzugt von 0,1 bis 0,7 m Äqu/g Polyurethan an ionischen Gruppen aufweisen.

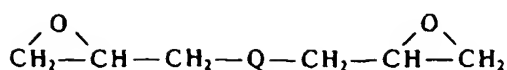
Bei den gegebenenfalls mitzuverwendenden Komponenten g) handelt es sich bevorzugt um einwertige Polyetheralkohole des Molgewichtsbereiches 500 bis 10 000 g/mol, vorzugsweise von 1000 bis 5000 g/mol. Einwertige Polyetheralkohole sind durch Alkoxylierung von einwertigen Startermolekülen, wie beispielsweise Methanol, Ethanol oder n-Butanol erhältlich, wobei als Alkoxylierungsmittel Ethylenoxid oder Gemische von Ethylenoxid mit anderen Alkylenoxiden, besonders Propylenoxid eingesetzt werden. Im Falle der Verwendung von Alkylenoxidgemischen enthalten diese jedoch vorzugsweise mindestens 40, besonders bevorzugt mindestens 65 Mol-% Ethylenoxid.

Durch die Komponente g) können in den Polyurethanen somit gegebenenfalls in end- und/oder seitenständig angeordneten Polyetherketten vorliegende Polyethylenoxidsegmente eingebaut sein, die im Polyuretan neben den ionischen Gruppen den hydrophilen Charakter beeinflussen.

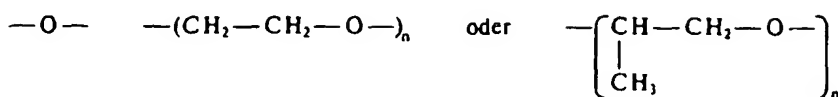
Die Verbindungen der genannten Art mit innerhalb von end- und/oder seitenständig angeordneten Polyetherketten vorliegenden Polyethylenoxideinheiten werden, so man von ihnen Gebrauch macht, in solchen Mengen eingesetzt, daß in den Polyurethan-Dispersionen von 0 bis 10, vorzugsweise 0 bis 5 Gew.%, innerhalb von end- und/oder seitenständig angeordneten Polyetherketten eingebauten Polyethylenoxideinheiten in den Polyurethanen vorliegen. Die Gesamtmenge der hydrophilen Struktureinheiten (ionische Gruppen und Ethylenoxideinheiten der zuletzt genannten Art) muß jedoch stets so gewählt werden, daß die Dispergierbarkeit der Polyurethane in Wasser gewährleistet ist.

Weitere Beispiele von bei der Herstellung der erfindungsgemäßen Dispersionen als Komponenten a) bis e) einsetzbaren Verbindungen sind z. B. in High Polymers, Vol. XVI, "Polyurethanes, Chemistry and Technology", von Saunders-Frisch, Interscience Publishers, New York, London, Band I, 1962, Seiten 32 bis 42 und Seiten 44 bis 54 und Band II, 1964, Seiten 5 bis 6 und 198 bis 199, beschrieben.

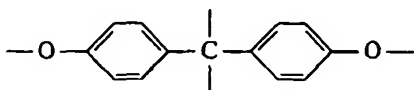
Als Verbindungen mit ethylenisch ungesättigten Gruppen h) kommen z. B. Ester von Acryl- oder Methacrylsäure mit Polyolen in Frage, wobei mindestens eine OH-Gruppe des Polyols unverestert bleibt. Besonders geeignet sind Hydroxyalkyl(meth)acrylate $\text{HO}(\text{CH}_2)_n\text{OOC}(\text{R}^1)\text{C}=\text{CH}_2$ ($n=2$ bis 8; $\text{R}^2=\text{H}$, CH_3) und ihre Stellungsisomeren, Mono(Meth)acrylsäureester von Polyetherdiolen $\text{HO}(\text{CHR}^2\text{CHR}^3\text{O})_m\text{OC}(\text{R}^1)\text{C}=\text{CH}_2$ ($\text{R}^1=\text{H}$, CH_3 ; $\text{R}^2=\text{H}$, CH_3 , C_2H_5 ; $m=2$ bis 20), Trimethylolpropanmono- und di(meth)acrylat, Pentaerythritdi- und tri(meth)acrylat oder Reaktionsprodukte von Epoxidverbindungen mit (Meth)acrylsäure, wie sie z. B. in der US-A-3 57 221 genannt sind. Besonders geeignet für Beschichtungen mit großer Härte sind die Addukte von (Meth)-Acrylsäure mit Verbindungen der allgemeinen Formel



in der Q z. B.



mit $n = 1 - 10$, $-\text{O}-(\text{CH}_2)_m\text{O}-$ mit $m = 1$ bis 8 bedeutet oder Q für einen Rest



steht, wobei dieser Rest sich z. B. von 4,4'-Dihydroxydiphenylmethan, Bisphenol A, Bisphenol K oder kernsubstituierten oder hydrierten Derivaten dieser Verbindungen ableiten kann.

Verwendbar sind auch Addukte von (Meth)-Acrylsäure an epoxidierte Diolefine wie z. B. 3,4-Epoxy-cyclohexylmethyl-3',4'-epoxycyclohexancarboxylat.

Besonders bevorzugt ist das Addukt von Acrylsäure an den Bisglycidylether von Bisphenol A.

Die Herstellung des Polyurethans A) kann nach üblichen Methoden, wie sie z. B. in der DE-A-34 37 918 beschrieben sind, erfolgen.

Bevorzugt wird zunächst in einem inerten, mit Wasser mischbaren Lösungsmittel, wie Aceton, Tetrahydrofuran, Methylethylketon oder N-Methylpyrrolidon aus den Komponenten a), b), h), gegebenenfalls c), e), g), h) und f), falls f) keine Aminogruppen enthält, eine Vorstufe mit noch endständigen Isocyanatgruppen hergestellt. Die Reaktionstemperatur liegt vorzugsweise bei 50 bis 100°C.

Zur Beschleunigung der Reaktion der Diisocyanate können die üblichen und bekannten Katalysatoren, wie Dibutylzinn-dilaurat, Zinn-II-octoat oder 1,4-Diazabicyclo-(2,2,2)-octan, mitverwendet sein.

Um eine unerwünschte, vorzeitige Polymerisation der ungesättigten Gruppen zu vermeiden, werden, vorteilhaft bereits bei der Herstellung des Polyurethans, Polymerisationsinhibitoren zugesetzt. Hierfür sind beispielsweise Chinone, Phenothiazin, Phenole oder Phenolderivate, wie p-Benzochinon, Hydrochinon, p-Methoxyphenol u. a. Verbindungen geeignet, wie sie z. B. beschrieben sind in "Encyclopedia of Polymer Science and Technology", Vol. 7, 1967, p. 644 - 664 Editors: Mark, Gaylord und Bikales, Interscience Publishers, Wiley + Sons, New York-London-Sydney.

Das so erhaltene Polyurethan kann gegebenenfalls nach (weiterer) Verdünnung mit Lösungsmitteln der oben genannten Art, bevorzugt niedrigsiedenden Lösungsmitteln mit Siedepunkten unter 100°C, bei einer Temperatur zwischen 20 und 80°C mit aminofunktionellen Produkten der Komponente f) und gegebenenfalls d) weiter umgesetzt werden.

Die Überführung potentieller Salzgruppen, z. B. Carboxylgruppen oder tertiärer Aminogruppen, welche über die Komponente f) in das Polyurethan eingeführt wurden, in die entsprechenden Ionen erfolgt durch Neutralisation mit Basen oder Säuren oder durch Quarternisierung der tertiären Aminogruppen vor oder nach dem Dispergieren der Lösung in Wasser.

Nachdem die Lösung in Wasser dispergiert worden ist, wird das organische Lösungsmittel abdestilliert.

Der Gewichtsanteil des Wassers in der Dispersion wird allgemein so bemessen, daß wäßrige Polyurethan-Dispersionen mit 10 bis 60 Gew.-%, vorzugsweise mit 20 bis 50 Gew.-% Feststoffgehalt erhalten werden.

Die erfindungsgemäße strahlungshärtbare wäßrige Bindemitteldispersion enthält neben der Komponenten (A) noch 5 bis 95 Gew.-%, bezogen auf die Gesamtmenge von (A), (B) und (C) eines in Wasser dispergierten Präpolymeren oder Präpolymerengemischs (B) mit einem Gehalt von 0,1 bis 1,0 mol polymerisierbarer ethylenisch ungesättigter Gruppen pro 100 g Präpolymer oder Präpolymerengemisch und einem Molekulargewicht von 300 bis 10 000 g/mol, wobei der K-Wert (gemessen bei 25°C in Dimethylformamid kleiner 40 ist).

Bevorzugt enthält das Präpolymer oder Präpolymerengemisch 0,1 bis 0,5 mol polymerisierbare ethylenisch ungesättigte Gruppen.

Das Molekulargewicht beträgt bevorzugt 300 bis 1000 g/mol. Der K-Wert ist bevorzugt kleiner als 30, besonders bevorzugt kleiner als 20.

Das Präpolymer oder Präpolymerengemisch ist als solches bei 20°C und Normaldruck in der Regel flüssig.

Bei Verwendung eines Präpolymerengemischs können auch Präpolymere eingesetzt werden, die bei 20°C und Normaldruck fest sind, solange das Präpolymerengemisch flüssig ist.

Bei Verwendung von flüssigen und festen Präpolymeren ist es nicht unbedingt notwendig, zunächst ein flüssiges Präpolymerengemisch herzustellen. Die einzelnen Präpolymeren können getrennt in Wasser dispergiert werden. Von Bedeutung ist lediglich, daß die Präpolymeren im Gemisch eine flüssige Phase ergeben und so gegenüber den nicht fließfähigen Polyurethanteilchen (A) beweglich sind. Dadurch wird erheblich zur Filmbildung und Ausbildung eines besseren Verbunds beigetragen.

Bei den Präpolymeren kann es sich um Polyester, Polyether, Polyepoxide, Polyurethane oder radikalisch polymerisierte Polymere oder Copolymere handeln, welche durch Umsetzung mit Verbindungen wie Acrylsäure oder Methacrylsäure polymerisierbare Kohlenstoffdoppelbindungen enthalten.

Folgende Präpolymere sind bevorzugt:

1. Bei den Polyestern handelt es sich bevorzugt um Polyester mit einer Säurezahl von höchstens 10, die aus (cyclo)aliphatischen C₅ bis C₁₂ bzw. C₂- bis C₁₂- und/oder aromatischen C₅-C₁₄-Dicarbonsäuren, wie Bernsteinsäure, Glutarsäure, Adipinsäure, Pimelinsäure, Korksäure, Azelainsäure, Sebacinsäure, Cyclohexandicarbonsäure, Phthalsäure, Isophthalsäure, Terephthalsäure, Maleinsäure, Fumarsäure, Itaconsäure bzw. deren Derivate, und vorzugsweise 2- bis 5wertigen C₂-C₁₀-Alkoholen, wie Ethylenglykol, Polyethylenglykole, Propylenglykol, Polypropylenglykole, Butandiol, Hexandiol, Neopentylglykol, Hydroxypivalinsäure-neopentylglykolester, Trimethylolpropan, Glycerin, Pentaerythrit sowie α,β -ethylenisch ungesättigten Monocarbonsäuren, beispielsweise Acrylsäure, Methacrylsäure, Crotonsäure, Zimtsäure und/oder Dicarbonsäurehalbester von Monoalkoholen, wie Malein-, Fumar- und Itaconsäurehalbester mit C₁- bis C₄-Monoalkoholen, wobei Acrylsäure und Methacrylsäure bevorzugt sind, nach den üblichen Verfahren hergestellt werden können.
2. Bei den Polyethern handelt es sich bevorzugt um aliphatische Polyether, welche durch Umsetzung von zwei- oder mehrwertigen, insbesondere zwei- bis dreiwertigen C₂- bis C₁₀-Alkoholen mit Epoxiden z. B. Ethylenoxid oder Propylenoxid und ethylenisch ungesättigten Alkoholen, z. B. Allylalkohol, Methallylalkohol, Crotylalkohol, Hydroxygruppen enthaltenden (Meth-)acrylsäureestern oder bevorzugt ethylenisch ungesättigten Monocarbonsäuren, z. B. Acrylsäure oder Methacrylsäure erhalten werden.
3. Bei den Polyepoxiden handelt es sich bevorzugt um Polyepoxide mit durchschnittlich 2 bis 4, insbesondere 2 Epoxidgruppen pro Molekül, beispielsweise Polyglycidylether mehrwertiger Alkohole, wie sie auch unter 1) genannt sind, Polyglycidylether mehrwertiger Phenole, wie Bisphenol A, Novolake, Glycidylester mehrwertiger Carbonsäuren, wie sie auch unter 1) genannt sind, andere Glycidylverbindungen, beispielsweise Triglycidylisocyanurat, welche mit ethylenisch ungesättigten Carbonsäuren wie sie auch unter 1) genannt sind insbesondere Acrylsäure und Methacrylsäure, umgesetzt sind.
4. Bei den Polyurethanen handelt es sich bevorzugt um ein gegebenenfalls Harnstoffgruppen enthaltendes Polyurethan, das aus C₂- bis C₁₀-aliphatischen und/oder C₅- bis C₂₀ aromatischen Polyisocyanaten, bevorzugt Diisocyanate beispielsweise Tetramethyldiisocyanat, Hexamethyldiisocyanat, Isophorondiisocyanat, Diphenylmethandiisocyanat, Toluylendiisocyanat, Naphthylendiisocyanat, 4,4'-Diphenyletherdiisocyanat, gegebenenfalls daraus hervorgehenden Di- oder Trimeren z. B. deren Isocyanurate, Biurete, Allophanate, sowie deren Umsetzungsprodukte, und wasserstoffaktiven Verbindungen, wie z. B. mehrwertigen Alkoholen, die unter 1) genannt sind, polyfunktionellen Aminen und/oder Aminoalkoholen, sowie hydroxylgruppenhaltigen C₁- bis C₁₂-Alkyl(meth-)acrylaten, wie Hydroxyethyl(meth-)acrylat Hydroxypropyl(meth-)acrylat und/oder Butandiolmono(meth-)acrylat, hergestellt werden kann. Die Summe der Grammäquivalente der gegenüber Isocyanat reaktiven Hydroxyl- und Aminogruppen beträgt, bezogen auf 1 Grammäquivalent Isocyanat, bevorzugt 0,95 bis 1,05.
5. Bei den radikalisch polymerisierten Polymeren oder Copolymeren handelt es sich bevorzugt Copolymere von Styrol, und/oder Acrylestern z. B. C₁-C₁₂-Alkyl(meth-)acrylaten, mit geringen Mengen funktionalisierten Monomeren, z. B. C₁-C₈-Hydroxyalkyl(meth-)acrylaten oder Glycidyl(meth)acrylat, (Meth)acrylsäure, Maleinsäureanhydrid, Isocyanatoethylacrylat, welche mit ethylenisch ungesättigten Verbindungen wie sie z. B. unter 1) oder voranstehend genannt sind, insbesondere aber Acrylsäure und Methacrylsäure, umgesetzt werden, und so einen Gehalt an polymerisierbaren Kohlenstoffdoppelbindungen aufweisen.

Besonders bevorzugt sind Polyester, Polyether und Polyepoxide. Die Präpolymeren können auch aminmodifiziert sein, z. B. durch Anlagerung von primären oder sekundären Aminen an Doppelbindungen (Michael-Addition). Die Komponente (B) kann zunächst in einem organischen Lösungsmittel oder Lösungsmittelgemisch, z. B. den bei der Herstellung der Komponenten (B) verwendeten Lösungsmitteln gelöst vorliegen. Geeignete organische Lösungsmittel sind z. B. Tetrahydrofuran, Dioxan, Aceton, Methylethylketon, Propanole, Butanole, Ethylacetat, Butylacetat, Methylenchlorid, Xylole oder Toluol; bevorzugt sind Methylethylketon, Tetrahydrofuran, Isopropanol und Isobutanol. Die Lösung der Komponente (B) wird dann in Wasser dispergiert und die organischen Lösungsmittel abdestilliert. Komponente (B) kann auch direkt in Wasser dispergiert werden.

Im allgemeinen beträgt der Feststoffgehalt solcher wäßriger Dispersionen der Komponenten (B) 20 bis 80 Gew.-%.

Die Komponente (B) kann selbstdispersierbar sein, so daß kein Dispersierhilfsmittel (Schuttkolloid oder Emulgator) benötigt wird. Bevorzugt ist sie nicht selbst dispersierbar und wird mit Hilfe eines Schuttkolloids dispergiert. Dem Wasser wird daher bereits vor dem Dispersieren der Komponenten (B) bzw. der organischen Lösung der Komponenten (B) ein Schuttkolloid zugesetzt.

Das Schuttkolloid wird in diesem Fall im allgemeinen in Mengen von 0,1 bis 30, vorzugsweise 3 bis 12 Gew.-%, bezogen auf (B), eingesetzt. Es handelt sich dabei vorzugsweise um wasserlösliche hochmolekulare organische Verbindungen mit polaren Gruppen, wie z. B. Polyvinylpyrrolidon, Copolymerisate aus Vinylpropionat bzw. -acetat und Vinylpyrrolidon, teilverseifte Copolymerisate aus Acrylester und Acrylnitril, Polyvinylalkohole mit unterschiedlichem Restacetatgehalt, Celluloseether, Gelatine oder Mischungen dieser Stoffe. Besonders bevorzugte Schuttkolloide sind Polyvinylalkohol mit einem Restacetatgehalt von unter 35, insbesondere 5 bis 30 mol-% und/oder ein Vinylpyrrolidon-/Vinylpropionat-Copolymeres mit einem Vinylestergehalt von unter 35, insbesondere 5 bis 30 Gew.-%.

Außerdem können nichtionische, in besonderen Fällen auch ionische Emulgatoren verwendet werden. Bevorzugte Emulgatoren sind längerkettige Alkohole oder Phenole unterschiedlichen Eth- und/oder Propoxylierungsgrades (Addukte von 4 - 50 mol Ethylenoxid und/oder Propylenoxid). Besonders vorteilhaft sind Kombinationen der oben genannten Schuttkolloide mit derartigen Emulgatoren, da mit ihnen feinteiligere Dispersionen erhalten

ten werden.

Die erfindungsgemäße Bindemitteldispersion enthält als Komponente (C) 0 bis 30 Gew.-%, bevorzugt 0,1 bis 10 Gew.-%, besonders bevorzugt 0,5 bis 10 Gew.-%, bezogen auf die Gesamtmenge von (A), (B) und (C) eines voranstehend genannten Schutzkolloids.

Zur Herstellung der erfindungsgemäßen strahlungshärtbaren Bindemitteldispersionen können die wäßrigen Dispersionen der Komponenten (A) und (B) gemischt werden. 5

Bevorzugt wird eine wäßrige Dispersion eines selbst dispergierbaren Polyurethans (A) mit der wäßrigen Dispersion eines Präpolymeren (B), welches mit Hilfe eines Schutzkolloids dispergiert ist, gemischt.

Bevorzugt enthält die erfindungsgemäße Bindemitteldispersion 19,9 bis 80 Gew.-%, besonders bevorzugt 40 bis 79,5 Gew.-%, bezogen auf die Gesamtmenge von (A), (B), und (C) der Komponenten (A). 10

Der Gewichtsanteil der Komponenten (B) beträgt dementsprechend bevorzugt 19,9 bis 80 Gew.-%, besonders bevorzugt 20 bis 59,5 Gew.-% bezogen auf die Gesamtmenge von (A), (B) und (C).

Der Feststoffgehalt der erfindungsgemäßen Bindemitteldispersion kann entsprechend der gewünschten Viskosität eingestellt werden. Im allgemeinen liegt der Feststoffgehalt zwischen 20 und 80, insbesondere zwischen 20 und 70 Gew.-%. 15

Die erfindungsgemäßen Dispersionen können weitere Zusätze, z. B. Pigmente, Farbstoffe, Füllstoffe und in der Lacktechnologie übliche Hilfsmittel enthalten.

Zur Strahlungshärtung durch UV-Licht werden den Dispersionen Photoinitiatoren zugesetzt.

Als Photoinitiatoren in Betracht kommen z. B. Benzophenon, Alkylbenzophenone, halogenmethylierte Benzophenone, Michlers Keton, Anthron und halogenierte Benzophenone. Ferner eignen sich Benzoin und seine Derivate. Ebenfalls wirksame Photoinitiatoren sind Anthrachinon und zahlreiche seiner Derivate, beispielsweise β -Methylantrachinon, tert.-Butylantrachinon und Anthrachinoncarbonsäureester und Acylphosphinoxide, z. B. Lucirin® TPO. Die Photoinitiatoren können auch an das Polymergerüst gebunden sein, z. B. durch Copolymerisation von mit Methacrylatgruppen funktionalisierten Photoinitiatoren. 20

Die Photoinitiatoren, die je nach Verwendungszweck der erfindungsgemäßen Massen in Mengen zwischen 0,1 und 20 Gew.-%, vorzugsweise, 0,1 bis 5 Gew.-%, bezogen auf die polymerisierbaren Komponenten, eingesetzt werden, können als einzelne Substanz oder, wegen häufiger vorteilhafter synergistischer Effekte, auch in Kombination miteinander verwendet werden. 25

Vorteilhafte Zusätze, die zu einer weiteren Steigerung der Reaktivität führen können, sind bestimmte tert. Amine wie z. B. Triethylamin und Triethanolamin. Auch sie können in Mengen bis zu 5 Gew.-%, bezogen auf die polymerisierbaren Komponenten, eingesetzt werden. 30

Zu erwähnen ist abschließend noch, daß die erfindungsgemäßen Dispersionen auch thermisch vernetzt werden können. Hierbei ist der Zusatz von Initiatoren, die bei erhöhten Temperaturen Radikale bilden notwendig. Verwendbar sind z. B. Dibenzoylperoxid, Cumolhydroperoxid oder Azodiisobuttersäuredinitril. Weitere Beispiele für geeignete Initiatoren sind in "Polymer Handbook", 2. Ausgabe, Wiley & Sons, New York beschrieben. 35

Die erfindungsgemäßen Dispersionen können für die Herstellung von Beschichtungen verwendet werden.

Sie können z. B. durch Spritzen, Gießen, Drucken oder Rakeln auf Substrate wie Metall, Kunststoff, Glas, Holz, Papier, Pappe, Leder oder Textil aufgebracht werden.

Bei der Strahlungshärtung werden die Überzüge im allgemeinen bis zu 30 min bei Temperaturen bis 100°C vorgeheizt und anschließend kurzzeitig einer UV- oder energiereichen Elektronenstrahlung ausgesetzt. Hierzu werden die üblicherweise für die Härtung von Überzügen eingesetzten UV- bzw. Elektronenstrahlungsquellen verwendet. Um die Vorheizzeiten möglichst gering zu halten, sind aus Viskositätsgründen relativ niedermolekulare Präpolymere bevorzugt. 40

Bei porösen Substraten, wie beispielsweise Leder, Papier, Holz, sind nur sehr kurze Vorheizzeiten erforderlich, da die Hauptmenge des Wassers vom Untergrund aufgenommen wird; bisweilen kann auf ein Vorheizen ganz verzichtet werden. 45

Die Beschichtungen weisen gleichzeitig bei sehr guten elastischen Eigenschaften eine große Härte auf.

Auch die Haftung der Beschichtungen und Chemikalienbeständigkeit ist sehr gut.

Beispiel 1

Polyurethandispersion a₁)

200 Gew.-Teile eines Polyesters aus Adipinsäure, Isophthalsäure (Molverhältnis 1 : 1) und 1,6 Hexandiol (OH = Zahl 112), 43 Gew.-Teile 1,4-Butandiol, 60 Gew.-Teile Bisphenol-A-diglycidetheracrylat (Addukt von 2 mol Acrylsäure an Bisphenol-A-diglycidether, 53 Teile Dimethylolpropionsäure und 100 Teile N-Methylpyrrolidon wurden bei 70°C im Vakuum entwässert und mit 322 Gew.-Teile Isophorondiisocyanat bei 90°C bis zu einem NCO-Gehalt von 2,75 Gew.-% umgesetzt. Nach Verdünnen mit 800 Gew.-Teilen Aceton wurden 32 Gew.-Teile Dimethylethanolamin zugesetzt und die Lösung in 1500 Gew.-Teilen Wasser innerhalb von 10 min dispergiert. Nach 5 min wurden 21 Teile Isophorondiamin und 9 Gew.-Teile Diethylentriamin in 140 Gew.-Teile Wasser zugegeben. Aceton wurde abdestilliert. Ein Teil der Dispersion wurde bei Raumtemperatur getrocknet, wobei ein Film entstand, der in Dimethylformamid unlöslich war. 55 60

Präpolymerdispersion b)

18 Gew.-% Bisphenol-A-diglycidetheracrylat
27 Gew.-% eines alkoxylierten Trimethylolpropanacrylats (MG: 500 g/mol; 100 Pa · s bei 23°C, Laromer® LR8748 BASF AG) 65

5 Gew.-% Polymerisat aus N-Vinylpyrrolidon und Vinylpropionat im Gewichtsverhältnis 66 : 34.
50 Gew.-% Wasser

117 g der Polyurethandispersion wurden mit 30 g der Präpolymerdispersionen gemischt, 2 g eines Photoini-
5 tors Benzophenon/1-Hydroxycyclohexylphenylketon (Irgacure® 500, der Ciba-Geigy AG, zugesetzt und der
Feststoffgehalt der Dispersion mit Wasser auf 30 Gew.-% eingestellt. Das Gewichtsverhältnis Polyurethan/Prä-
polymer betrug 70 : 30.

Die Dispersion wurde auf halbmattem Kunstdruckpapier (KD-Papier) aufgetragen, bei 40°C 20 min getrock-
net und unter einer Quecksilberhochdrucklampe (120 Watt/cm) im Abstand von 10 cm auf einem Band vorbeige-
10 führt. Eine 8-µm-Schicht konnte bei einer Bandgeschwindigkeit größer 78 m/min gegenüber einem Fingernagel
kratzfest gehärtet werden.

Eine 40-µm-Schicht auf Glas hatte nach 2-maligem Belichten mit einer Bandgeschwindigkeit von 10 m/min
einen Pendeldämpfungswert (DIN 53 157) von 115 s. Die Erichsentiefung (DIN 53 156) einer 20 µm dicken bei
einer 2 mal mit einer Bandgeschwindigkeit von 10 m/min gehärteten Schicht auf Bonderblech 132 betrug 9,8 mm.
15 Die Haftung dieser Schicht mit und ohne Gitterschnitt, die Chemikalienbeständigkeit (DIN 68 860 B), Glätte und
Schleifbarkeit waren sehr gut.

Beispiel 2

Polyurethandispersion a₂)

200 Gew.-Teile eines Polyesters aus Adipinsäure, Isophthalsäure (Molverhältnis 1 : 1) und 1,6-Hexandiol
(OHZ 112), 80 Gew.-Teile 1,4-Butandiol, 60 Gew.-Teile Bisphenol-A-diglycidetheracrylat, 54 Gew.-Teile Dime-
thylolpropionsäure, 0,1 Gew.-Teile p-Methoxyphenol und 100 Gew.-Teile N-Methylpyrrolidon wurden bei 70°C
25 im Vakuum entwässert und mit 411 Gew.-Teilen Isophorondiisocyanat bei 90°C bis zu einem NCO-Gehalt von
2,34 Gew.-% umgesetzt. Nach Verdünnen mit 800 Gew.-Teilen Aceton wurden 28 Gew.-Teile Dimethylethano-
lamin zugesetzt und die Lösung innerhalb von 10 min in 1000 Gew.-Teilen Wasser dispergiert. Nach 5 min
wurden 21 Gew.-Teile Isophorondiamin und 9 Gew.-teile Diethylentriamin in 40 Gew.-Teile Wasser zugegeben.
Aceton wurde abdestilliert. Das Polyurethan war in Dimethylformamid unlöslich.

Analog Beispiel 1 wurden aus a₂ und b) eine Dispersion mit einem Feststoffgehalt von 30 Gew.-% hergestellt,
wobei das Gewichtsverhältnis des Polyurethans zum Präpolymeren 70 : 30 betrug.

Die Fingernagelkratzfestigkeit wurde bei 45 m/min erreicht. Die Pendeldämpfung betrug 105 s, die Erichsen-
tiefung über 10 mm. Haftung, Chemikalienbeständigkeit und Glätte waren sehr gut.

Vergleichsbeispiel

Der Feststoffgehalt der Präpolymerdispersion b) wurde auf 30 Gew.-% eingestellt. Die Fingernagelkratzfe-
stigkeit wurde bei 10 m/min erreicht. Der Pendeldämpfungswert betrug 130 s und die Erichsentiefung nur 3 mm.
Die Chemikalienbeständigkeiten waren sehr gut, allerdings war die Haftung nur befriedigend.

Patentansprüche

1. Strahlungshärtbare, wäßrige Bindemitteldispersionen, enthaltend

A) 5 bis 95 Gew.-%, bezogen auf die Gesamtmenge der Komponenten (A), (B) und (C), eines in Wasser
45 dispergierten Polyurethans, welches einen K-Wert größer 40 (gemessen in Dimethylformamid) hat
oder in Dimethylformamid nicht löslich ist und einen Gehalt an polymerisierbaren ethylenisch ungesät-
tigten Gruppen von maximal 0,2 mol pro 100 g Polyurethan aufweist, und

B) 5 bis 95 Gew.-%, bezogen auf die Gesamtmenge der Komponenten (A), (B) und (C), eines in Wasser
50 dispergierten Präpolymeren oder Präpolymerengemischs mit einem Gehalt von 0,1 bis 1,0 mol poly-
merisierbarer ethylenisch ungesättigter Gruppen pro 100 g Präpolymer oder Präpolymerengemisch und
einem Molekulargewicht von 300 bis 10 000, wobei der K-Wert (gemessen in Dimethylformamid)
kleiner 40 ist, und

C) 0 bis 30 Gew.-%, bezogen auf die Gesamtmenge der Komponenten (A), (B) und (C), eines Schutzkol-
loids.

2. Verfahren zur Herstellung von Bindemitteldispersionen gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß
55 eine wäßrige Dispersion eines selbstdispersierbaren Polyurethans (A) mit der wäßrigen Dispersion eines
Präpolymeren (B), welches mit Hilfe eines Schutzkolloids dispergiert vorliegt, gemischt wird.

3. Verwendung von wäßrigen Bindemitteldispersionen gemäß Anspruch 1 zur Herstellung von Beschichtun-
gen, die durch Bestrahlen mit energiereicher Strahlung gehärtet werden.

4. Beschichtete Substrate, erhältlich unter Verwendung einer Bindemitteldispersion gemäß Anspruch 1.

19 GERMAN FEDERAL
REPUBLIC

12 Patent Disclosure
10 DE 40 31 732 A 1

51 International classification⁵:
C 08 L 75/14
C 08 J 3/205
C 08 J 3/03
// C08J 3/28, 3/24,
3/205, C08L 67:06,
71:00, 63:10, 75:14,
25:08, 33:04, C08G
18/40, 18/65, 18/32,
18/67

GERMAN PATENT
OFFICE

21 File reference P 40 31 732.3
22 Application date 10-06-90
43 Disclosure date 04-09-92

71 Applicant:
BASF AG, 6700 Ludwigshafen, DE

72 Inventor:
Dr. Erich Beck, 7621 Harthausen, DE;
Dr. Hans Renz, 6701 Meckenheim, DE
Dr. Karl Häberle, 6730 Neustadt, DE
Dr. Ulrike Licht, 6800 Mannheim, DE
Edmund Keil, 6700 Ludwigshafen, DE
Matthias Lokai, 6753 Enkenbach-Alsenborn, DE

54 Irradiation curable, aqueous binding agent dispersions

57 Irradiation curable, aqueous binding agent dispersions, containing the following as binding agent components
(A) 5 to 95 weight %, relative to the total quantity of components (A), (B) and (C), of a polyurethane dispersed in water, which has a K-value greater than 40 (measured in dimethyl formamide) or which is not soluble in dimethyl formamide and which exhibits a content of polymerizable ethylenic unsaturated groups of a maximum of 0.2 moles per 100 g of polyurethane, and
(B) 5 to 95 weight %, relative to the total quantity of components (A), (B) and (C), of a prepolymer or of a prepolymer mixture dispersed in water with a content of 0.1 to 1.0 mole of polymerizable ethylenic unsaturated groups per 100 g of prepolymer or of prepolymer mixture and with a molecular weight of 300 to 10,000, whereby the K-value (measured in dimethyl formamide) is smaller than 40, and
(C) 0 to 30 weight %, relative to the total quantity of the components (A), (B) and (C), of a protective colloid.

Description

The invention concerns irradiation curable, aqueous binding agent dispersions containing

(A) 5 to 95 weight %, relative to the total quantity of components (A), (B) and (C), of a polyurethane dispersed in water, which has a K-value greater than 40 (measured in dimethyl formamide) or which is not soluble in dimethyl formamide and which exhibits a content of polymerizable ethylenic unsaturated groups of a maximum of 0.2 moles per 100 g of polyurethane, and

(B) 5 to 95 weight %, relative to the total quantity of components (A), (B) and (C), of a prepolymer or of a prepolymer mixture dispersed in water with a content of 0.1 to 1.0 mole of polymerizable ethylenic unsaturated groups per 100 g of prepolymer or of prepolymer mixture and with a molecular weight of 300 to 10,000, whereby the K-value (measured in dimethyl formamide) is smaller than 40, and

(C) 0 to 30 weight %, relative to the total quantity of the components (A), (B) and (C), of a protective colloid.

Irradiation curable, aqueous binding agent dispersions of polyurethanes, polyesters, polyethers and of other prepolymers are known, for example, from the German patent DE A 28 53 921. In the German patent DE A 34 37 918, aqueous polyurethane acrylate dispersions are described in which the polyurethane acrylates exhibit a double bond number of 2.5 to 15 g of bromine per 100 g of polyurethane acrylate (Δ 0.016 to 0.09 mole of bromine or mole double bonds per 100 g of polyurethane acrylate). The coatings produced with these dispersions are characterized by good elastic properties. Based on the low number of double bonds and on the associated low cross linking density, the hardness of these coatings is however not satisfactory.

The task of the current invention was therefore to produce aqueous, irradiation curable binding agent dispersions which yield coatings with very good elasticity and great hardness. At the same time, the coatings should adhere well to the substrate surfaces and exhibit a good resistance to solvents and chemicals.

Accordingly, aqueous, irradiation curable binding agent dispersions were found in accordance with claim 1.

Further embodiments concern the individual components of the binding agent dispersions as well as their application for coating surfaces.

Suitable polyurethanes (A) are obtained by reacting polyisocyanates with polyamines or with polyols as chain elongators, possibly with monofunctional alcohol compounds or amine compounds and possibly with compounds with at least one ethylenic unsaturated group and with at least one hydroxyl or amino group reacting to isocyanate.

Are used for the production of polyurethane in particular, relative to

- a) 1 gram equivalent of NCO of a polyisocyanate, the following gram equivalent quantities of compounds with one or several groups that react to isocyanate:
- b) 0.1 - 0.8 gram equivalents of OH of a polyol with a molecular weight between 400 and 6,000 g/ mole
- c) 0 - 0.8 gram equivalents of OH of a polyol with a molecular weight between 62 and 399 g/ mole
- d) 0 - 0.4 gram equivalents of NH of a polyamine with at least two amino groups that react to isocyanate
- e) 0 - 0.4 gram equivalents of OH of an amino alcohol with an amino group that reacts to isocyanate
- f) 0 - 0.5, preferably 0.05 - 0.5 gram equivalents of OH or of NH of a compound with ionic groups or with groups that are convertible into ionic groups with at least one hydroxyl group or amino group that reacts to isocyanate,
- g) 0 - 0.2 gram equivalents of OH or of NH of monofunctional amine compounds or hydroxyl compounds and possibly with
- h) as many gram equivalents of OH of a compound with at least one ethylenic unsaturated group, so that in the polyurethane, a maximum of 0.2 moles of polymerizable ethylenic unsaturated groups ($> C = C <$ groups) are present per 100 grams of polyurethane,

whereby the sum of the gram equivalents of the amino or hydroxyl groups reacting to the isocyanate generally amounts to from 0.9 to 1.1, and in particular from 0.95 to 1.05.

Preferably, the contents of polymerizable ethylenic unsaturated groups in the polyurethane amounts to from 0.01 to 0.2, especially preferred from 0.02 to 0.08 moles per 100 grams of polyurethane.

The polyurethane has a K-value (as per Fikent, cellulose chemistry 13, 58 (1932)) measured in dimethyl formamide at 25°C of more than 40 or is insoluble in dimethyl formamide at 25°C, for example, due to its particularly high molecular weight or because it is a cross linked polyurethane, such that the K-value no longer can be determined.

Concerning the formulation components of the ethylenic unsaturated polyurethane, the following must be noted:

Suitable polyisocyanates are a) organic compounds which exhibit at least two free isocyanate groups. Preferably, $X(NCO)_2$ diisocyanates are used, whereby X signifies an aliphatic hydrocarbon group with 4 to 12 carbon atoms, a cyclo- aliphatic hydrocarbon group with 6 to 15 hydrocarbon atoms, an aromatic hydrocarbon group with 6 to 15 hydrocarbon atoms or an aral- aliphatic hydrocarbon group with 7 to 15 carbon atoms. Examples for such diisocyanates are tetra- methylene diisocyanate, hexa- methylene diisocyanate, dodeca- methylene diisocyanate, 1,4- diisocyanato- cyclohexane, 1- isocyanato- 3,5,5- trimethyl- 5- isocyanato methyl cyclohexane, 4,4'- diisocyanato dicyclohexyl- methane, 4,4'- diisocyanato- dicyclo hexyl

propane- (2,2), 1,4- diisocyanato- benzol, 2,4- diisocyanato- toluene, 2,6- diisocyanato- toluene, 4,4'- diisocyanato- diphenyl methane, p- xylylene diisocyanate, as well as mixtures consisting of these compounds such as, in particular, mixtures of aliphatic or cycloaliphatic and aromatic diisocyanates with a molar ratio of 1 : 4 through 5 : 1. It is also possible to concurrently use in part with these the higher functional polyisocyanates that are known in polyurethane chemistry or to also use known modified polyisocyanates exhibiting for example carbodiimide groups, allophanate groups, isocyanurate groups, urethane groups and/or biuret groups.

In the case of b) polyols with a molecular weight range between 400 and 6,000 g/ mole, preferably between 800 and 4,000 g/ mole, especially preferred between 1,400 and 3,000 g/ mole, we are dealing with polyester polyols or polyether polyols.

In the case of polyester polyols we are dealing in particular with the known transformation products of polyvalent, preferably of bivalent and possibly additionally of trivalent alcohols with polyvalent, preferably bivalent carboxylic acids. In place of the free polycarboxylic acids, the corresponding polycarboxylic acid anhydrides can also be used, or the corresponding polycarboxylic acid esters of low alcohols or of mixtures thereof, for the production of polyester polyols. The polycarboxylic acids can be aliphatic, cycloaliphatic, aromatic or heterocyclic, and possibly substituted by halogen atoms for example and/or be unsaturated. Let us name as examples for these: succinic acid, adipic acid, suberic acid, azelaic acid, sebacic acid, phthalic acid, isophthalic acid, trimellitic acid, phthalic acid anhydride, tetrahydrophthalic acid anhydride, hexa- hydrophthalic acid anhydride, tetrachlorophthalic acid anhydride, endomethylene tetrahydro- phthalic acid anhydride, glutaric acid anhydride, maleic acid, maleic acid anhydride, fumaric acid, dimeric fatty acids. As polyvalent alcohols, the following come under consideration, for example, ethylene glycol, propylene glycol- (1,2) and - (1,3), butanediol- (1,4), -(1,3) and -(2,3), butenediol- (1,4), butinediol- (1,4), pentanediol- (1,5), hexanediol- (1,6), octanediol- (1,8), neopentyl glycol, cyclohexane dimethanol (1,4- bis- hydroxymethyl cyclohexane), 2- methyl- 1,3- propanediol, pentanediol- (1,5), glycerin, trimethylol propane, hexanetriol- (1,2,6), butanetriol- (1,2,4), trimethylol ethane, and furthermore diethylene glycol, triethylene glycol, tetraethylene glycol, polyethylene glycol, dipropylene glycol, polypropylene glycol, dibutylene glycol and polybutylene glycol.

Also suitable are polyester polyols on a lactone base, whereby we are dealing with homopolymers or mixed polymers of lactones, preferably with bifunctional addition products of lactones or lactone mixtures exhibiting end position hydroxyl groups, such as for example ϵ - caprolactone, β - propiolactone, γ - butyrolactone and/or methyl- ϵ - caprolactone with suitable bifunctional starter molecules, such as for example the previously mentioned low molecular bivalent alcohols serving as formulation components for the polyester polyols. The corresponding polymers of ϵ - caprolactone are especially preferred. Low polyester dihydric alcohols or polyether dihydric alcohols can also be used as starters for the production of lactone polymers. In place of polymers from lactones, the corresponding, chemically equivalent condensation polymers of the hydroxycarboxylic acids corresponding to the lactones can also be used.

The polyether polyols, in particular the polyether dihydric alcohols, that can be added - possibly into the mixture with the polyester polyols - , can specifically be obtained by polymerization of ethylene oxide, propylene oxide, butylene oxide, tetrahydrofuran, styrene oxide, or of epichlorohydrin with itself/themselves, for example, in the presence of BF_3 or by the addition of these compounds possibly into the mixture or possibly by sequential addition to the starter components having hydrogen atoms capable of reacting together, such as alcohols or amines, for example water, ethylene glycol, propylene glycol- (1,3) or -(1,2), 4,4'- dihydroxy-diphenyl propane, aniline.

As c) polyols with a molecular weight between 62 and 399 g/ mole, the following are suitable: for example, the corresponding dihydric and trihydric alcohols listed under b), suitable for the production of polyester polyols, as well as the alcohols that are higher than trifunctional, such as pentaerythritol or sorbitol.

In the case of the d) components that can possibly be added, we are dealing with at least bifunctional amine chain elongators or cross linking agents with a molar weight range of 32 to 500 g/ mole, preferably of 60 to 300 g/ mole, without tertiary amino groups. Examples of this are diamines such as ethylene diamine, hexamethylene diamine, piperazine, 2,5- dimethyl piperazine, 1- amino- 3 amino methyl- 3,5,5- trimethyl- cyclohexane (isophorone diamine, IPDA), 4,4- diamino- dicyclohexyl methane, 1,4- diamino- cyclohexane, 1,2- diamino- propane, hydrazine, hydrazine hydrate or triamine such as diethylene triamine. They can be added in moieties of 0 to 2.0 moles/ mole of b) component, in particular to elongate the chains of prepolymers containing isocyanate groups, prior to or, in particular in the case of triamines, after dispersion in water. The amino group containing chain elongators can be added in the block form, for example in the form of the corresponding ketimines (for example, compare to patent CA-PS 11 29 128), ketazines (compare to US patents 42 69 748 and 42 69 748) or amine salts (refer to US patent 42 92 226). Even oxazolidines, as they are used for example in the US patents 41 92 937 and 41 92 937, represent disguised diamines that can be used for the production of polyurethane dispersions, in accordance with the invention, for the purpose of elongating the chains of the isocyanate prepolymers. When using such disguised diamines, they are generally mixed together with the isocyanate prepolymers in the absence of water and this mixture is then subsequently mixed with the dispersion water or with part of the dispersion water so that the corresponding diamines are released by intermediary hydrolysis.

In the case of e) components to be possibly added, we are dealing with amino alcohols such as ethanolamine, isopropanolamine, methyl ethanolamine or amino ethoxy ethanol.

As f) formulation components, compounds are added which exhibit at least one, preferably two groups capable of reacting with isocyanates groups and in addition to that, which exhibit ionic groups or potential ionic groups that can be transformed into ionic groups by a simple neutralization reaction or by a quaternization reaction. By introducing the f) formulation components, the polyurethanes themselves become dispersible, that is, during the dispersion

process in the water, dispersing adjuvants (protective colloids or emulsifiers) are no longer required in this case. The introduction of cationic and anionic groups is achieved by the concurrent use of compounds exhibiting (potential) cationic groups with hydrogen atoms capable of reacting with isocyanate groups or by the concurrent use of compounds exhibiting (potential) anionic groups with hydrogen atoms capable of reacting with isocyanate groups. Belonging to this group of compounds, for example, are polyethers exhibiting tertiary nitrogen atoms preferably with two end position hydroxyl groups, as they are normally obtainable by alkoxylation of two amines exhibiting hydrogen atoms attached to amino nitrogen such as, for example, N- methyl amine, aniline or N,N'- dimethyl hydrazine. Such polyethers generally exhibit a molar weight ranging between 500 and 6,000 g/ mole. But preferably, the ionic groups are introduced by the concurrent use of relatively low molecular compounds with (potential) ionic groups and with groups capable of reacting to isocyanate groups. Examples for these are listed in the patents US 34 79 310 and 40 56 564 as well as in patent GB 14 55 554. Dihydroxy phosphonates can also be concurrently used as ionic formulation components such as, for example, the sodium salt of 2,3- dihydroxy propane phosphonic acid ethyl ester or the corresponding sodium salt of the non-esterified phosphonic acid.

Especially preferred (potential) ionic f) formulation components are N- alkyl dialkanolamines such as, for example, N- methyl diethanolamine, N-ethylene diethanolamine, diamino- sulfonates such as the sodium salt of N- (2- amino- ethyl)- 2 amino- ethane sulfonic acid, dihydroxy sulfonates, dihydroxy carboxylic acids such as dimethylol propionic acid, diamino- carboxylic acids or diamino- carboxylates such as lysine or the Na- salt of N- (2- amino- ethyl)-2- amino ethane carboxylic acid and diamines with at least one additional tertiary amino nitrogen atom such as, for example, N- methylbis- (3- amino- propyl)- amine.

Given the case, the transformation of the potential ionic groups initially integrated in the polyaddition product, or at least the partial transformation into ionic groups, occurs in the normal manner by neutralization of the potential anionic and cationic groups or by the quaternization of tertiary amino nitrogen atoms.

For the neutralization of potential anionic groups such as that, for example, of carboxyl groups, inorganic and/or organic bases are added such as sodium hydroxide, potassium hydroxide, potassium carbonate, sodium hydrogen carbonate, ammonia or primary, secondary and especially tertiary amines such as, for example, triethyl amine or dimethyl aminopropanol.

For the transformation of potential cationic groups such as that, for example, of the tertiary amine groups into the corresponding cations such as, for example, ammonia groups, inorganic and organic acids are suitable as neutralizing agents such as, for example, sodium salt, acetic acid, fumaric acid, maleic acid, lactic acid, tartaric acid, oxalic acid or phosphoric acid, or suitable as quaternization agents are, for example, methyl chloride, methyl iodide, dimethyl sulfate, benzyl chloride, chloroacetic acid ethyl ester or bromo- acetamide. Additionally suited neutralization and quaternization agents are described, for example, in the US patent 34 79 310, column 6.

This neutralization or quaternization of the potential ionic groups can be conducted prior to, during, but preferably after the isocyanate polyaddition reaction.

The quantities of f) formulation components in the case of potential ionic group containing components under consideration of the degree of neutralization or quaternization, must be properly selected such that the polyurethanes exhibit an ionic group content of 0.05 to 2 m equivalent/ g of polyurethane, preferably 0.07 to 1.0 and especially preferred of 0.1 to 0.7 m equivalent/ g of polyurethane.

In the case of the g) components to be possibly used concurrently, we are dealing preferably with monovalent polyether alcohols with a molar weight range of 500 to 10,000 g/ mole, preferably of 1,000 to 5,000 g/ mole. Monovalent polyether alcohols are obtainable by alkoxylation of monovalent starter molecules such as, for example, methanol, ethanol or n-butanol, whereby ethylene oxide or mixtures of ethylene oxide with other alkylene oxides, especially with propylene oxide, are used as alkoxyating agents. In the event of using alkylene oxide mixtures, they should however preferably contain at least 40 mole %, but especially preferred, at least 65 mole % of ethylene oxide.

By the use of the g) components, the polyethylene oxide segments present can thus possibly be integrated into the polyurethanes in the polyether chains arranged in the end positions or in the side positions and thus together with the ionic groups, they can influence the hydrophilic characteristics in the polyurethane.

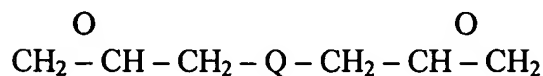
The compounds of the type mentioned, with the polyethylene oxide units present within the polyether chains arranged at the end and/or side positions, to the extent that they are used, can be added in such quantities that the polyethylene oxide units in the polyurethanes are present in the polyurethane dispersions at a rate of 0 to 10, preferably 0 to 5 weight % within the polyether chains arranged at the end and/or side positions. The total quantity of hydrophilic structural units (ionic groups and ethylene oxide units of the last mentioned type) must however always be selected such that the ability of the polyurethanes to disperse in water is always ensured.

Further examples of compounds that can be used for the production of the dispersions in accordance with the invention as components a) through e) are described, for example, in "High Polymers", vol. XVI, "Polyurethanes, Chemistry and Technology" by Saunders - Frisch, Interscience Publishers, New York, London, volume I, 1962, pages 32 through 42 and pages 44 through 54, and volume II, 1964, pages 5 through 6 and 198 through 199.

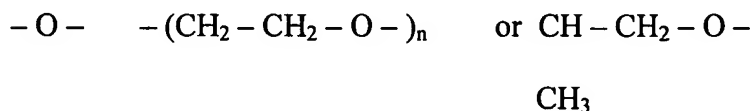
Coming under consideration as compounds with ethylenic unsaturated h) groups are, for example, esters of acrylic acid or of methacrylic acid with polyols, whereby at least one OH group of the polyol remains non-esterified. Especially suited are the hydroxy alkyl (meth)acrylates $\text{HO}(\text{CH}_2)_n \text{OOC}(\text{R}^1) \text{C} = \text{CH}_2$ ($n = 2$ to 8 ; $\text{R}^2 = \text{H}, \text{CH}_3$) and their positional isomers, mono(meth)acrylic acid ester of polyether diols $\text{HO}(\text{CHR}^2\text{CHR}^3\text{O})_m \text{OC}(\text{R}^1) \text{C} = \text{CH}_2$ ($\text{R}^1 = \text{H}$,

CH_3 ; $\text{R}^2 = \text{H}, \text{CH}_3, \text{C}_2\text{H}_5$; $m = 2$ through 20), trimethylol propane mono- and di- (meth)acrylate, penta- erythritol- di- and tri- (meth)acrylate or reaction products of epoxide compounds with (meth) acrylic acids such as they are named, for example, in the patent US-A- 3 57 221. Especially suitable for coatings with great hardness are the adducts of (meth)- acrylic acids with compounds having the general formula:

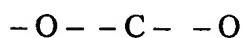
[refer to original formulas]



in which Q stands for e.g.,



with $n = 1 - 10$, $- \text{O} - (\text{CH}_2)_m \text{O} -$ with m signifying = 1 to 8 or Q stands for a group



whereby this group can be derived, for example, from 4,4' - dihydroxy diphenyl methane, bisphenol A, bisphenol K or from atom substituted or hydrogenated derivatives of these compounds.

Adducts of (meth)- acrylic acid to epoxidized diolefins can also be used such as, for example, 3,4- epoxy cyclohexyl methyl- 3',4' - epoxy cyclohexane carboxylate.

Especially preferred is the adduct of acrylic acid to the bisglycidyl ether of bisphenol A.

The production of the A) polyurethane can be conducted according to conventional methods as they are described, for example, in the German patent DE-A- 34 37 918.

Preferably, a first stage is initially produced from components a), b), h), possibly from c), e), g), h) and f), provided f) does not contain any amino groups, with the isocyanates still in end position, and in an inert water miscible solvent such as acetone, tetrahydrofuran, methyl ethyl ketone or N- methyl pyrrolidone. The reaction temperature preferably lies between 50 and 100°C.

To accelerate the reaction of the diisocyanates, the conventional and known catalysts, such as dibutyl tin dilaurate, tin- II- octoate or 1,4- diazabicyclo- (2,2,2)- octane can be used in conjunction.

In order to avoid an undesirable premature polymerization of the unsaturated groups,

polymerization inhibitors are advantageously added as early as the production of the polyurethane. Suitable examples for this are quinones, phenothiazines, phenols or phenol derivatives such as p- benzoquinone, hydroquinone, p- methoxy phenol among other compounds and such as described in the "Encyclopedia of Polymer Science and Technology", vol. 7, 1967, p. 644 - 664, editors: Mark, Gaylord and Bikales, Interscience Publishers, Wiley + Sons, New York - London - Sidney.

The polyurethane obtained in this manner can possibly be further transformed, after (further) dilution with solvents of the type mentioned above, preferably with solvents having low boiling points below 100°C, at a temperature ranging between 20° and 80°C, with amino functional products of components f) and possibly of components d).

The transformation of potential salt groups such as, for example, carboxyl groups or tertiary amino groups, which are introduced into the polyurethane via the f) component, into the corresponding ions is achieved by neutralization with bases or with acids or by quaternization of the tertiary amino groups prior to or after dispersing the solution in water.

After the solution has been dispersed in the water, the organic solvent is distilled off.

The weight percentage of the water in the dispersion is generally measured such that the aqueous polyurethane dispersions are obtained as having a solid content of 10 to 60 weight %, preferably of 20 to 50 weight %.

In addition to containing component A), the irradiation curable, aqueous binding agent dispersion in accordance with the invention contains 5 to 95 weight %, relative to the total quantity of (A), (B) and (C), of a prepolymer or prepolymer mixture (B), dispersed in water, with a content of 0.1 to 1.0 mole of polymerizable ethylenic unsaturated groups per 100 g. of prepolymer or prepolymer mixture and with a molecular weight of 300 to 10,000 g/ mole, whereby the K-value (measured at 25°C in dimethyl formamide) is less than 40.

The prepolymer or prepolymer mixture preferably contains 0.1 to 0.5 mole of polymerizable ethylenic unsaturated groups.

The molecular weight preferably amounts to 300 through 1,000 g/ mole. The K-value is preferably less than 30, especially preferred less than 20.

As a rule, the prepolymer or prepolymer mixture is as such liquid at 20°C and at normal pressure.

When using a prepolymer mixture, prepolymers can be added that are solid at 20°C and at normal pressure, so long as the prepolymer mixture is liquid.

When using liquid and solid prepolymers, it is not absolutely necessary to initially produce a

liquid prepolymer mixture. The individual prepolymers can be separately dispersed in the water. What matters is that the prepolymers yield a liquid phase in the mixture and that they are mobile in contrast to the non-flowing polyurethane particles (A). This contributes considerably toward the formation of a film and the development of a better composite.

In the case of prepolymers, we can be dealing with polyesters, polyethers, polyepoxides, polyurethanes or radically polymerized polymers or copolymers that contain polymerizable double carbon bonds by reaction with compounds such as acrylic acid or methacrylic acid.

The following prepolymers are preferred:

1. In the case of the polyesters, we are preferably dealing with polyesters, with an acid index of 10 at the most, that can be produced according to conventional processes from (cyclo) aliphatic C_5 through C_{12} or C_2 - through C_{12} - and/or from aromatic C_5 - C_{14} -dicarboxylic acids such as succinic acid, glutaric acid, adipic acid, pimelic acid, suberic acid, azelaic acid, sebacic acid, cyclohexane dicarboxylic acid, phthalic acid, isophthalic acid, terephthalic acid, maleic acid, fumaric acid, itaconic acid or derivatives thereof, and preferably from 2- to 5- valent C_2 - C_{10} alcohols such as ethylene glycol, polyethylene glycols, propylene glycol, polypropylene glycol, butanediol, hexanediol, neopentyl glycol, hydroxy pivalic acid neopentyl glycol ester, trimethylol propane, glycerin, pentaerythritol as well as α , β - ethylenic unsaturated monocarboxylic acids such as, for example, acrylic acid, methacrylic acid, crotonic acid, cinnamic acid, and/or dicarboxylic acid semi-ester of mono-alcohols such as maleic, fumaric and itaconic acid semi-ester with C_1 - C_4 mono-alcohols, whereby acrylic acid and methacrylic acid are preferred.
2. In the case of the polyethers, we are preferably dealing with aliphatic polyethers that are obtained by reacting bivalent or polyvalent, specifically bivalent or trivalent C_2 - C_{10} alcohols, with epoxides such as, for example, ethylene oxide or propylene oxide and ethylenic unsaturated alcohols such as, for example, allyl alcohol, methallyl alcohol, crotonyl alcohol, (meth-) acrylic acid esters containing hydroxy groups or preferably ethylenic unsaturated monocarboxylic acids such as, for example, acrylic acid or methacrylic acid.
3. In the case of the polyepoxides we are preferably dealing with polyepoxides with an average of 2 to 4, in particular 2 epoxide groups per molecules, for example, polyglycidyl ether of polyvalent alcohols, as they are also enumerated under 1), polyglycidyl ether of polyvalent phenols such as bisphenol A, novolacs, glycidyl ester of polyvalent carboxylic acids, as they are also enumerated under 1), other glycidyl compounds, for example, triglycidyl isocyanurate, that are reacted with ethylenic unsaturated carboxylic acids as they are also enumerated under 1), in particular acrylic acid and methacrylic acid.
4. In the case of polyurethanes, we are preferably dealing with a polyurethane possibly containing carbamide groups which can be produced from C_2 - C_{10} aliphatic and/or C_5 - C_{20} aromatic polyisocyanates, preferably from diisocyanates such as for example tetramethylene diisocyanate, hexamethylene diisocyanate, isophorone diisocyanate, diphenyl methane diisocyanate, toluylene diisocyanate, naphthylene diisocyanate, 4,4'-

- diphenyl ether diisocyanate, possibly dimers or trimers obtained therefrom, for example their isocyanurates, biurets, allophanates as well as transformation products thereof, and from hydrogen active compounds such as, for example, polyvalent alcohols, that are enumerated under 1), from polyfunctional amines and/or amino alcohols, as well as from hydroxyl group containing $C_1 - C_{12}$ -alkyl (meth) acrylates such as hydroxy ethyl (meth)-acrylate hydroxy propyl (meth-) acrylate and/or butanediol mono (meth-) acrylate. The sum of the gram equivalents of the hydroxyl groups and amino groups reacting to the isocyanate amounts to preferably 0.95 to 1.05 relative to 1 gram equivalent of isocyanate.
5. In the case of radically polymerized polymers or co-polymers, we are preferably dealing with copolymers of styrene and/or of acrylic esters such as, for example, $C_1 - C_{12}$ -alkyl (meth-) acrylates, with low quantities of functionalized monomers such as, for example, $C_1 - C_8$ -hydroxy alkyl (meth-) acrylates or glycidyl (meth) acrylate, (meth) acrylic acid, maleic acid anhydride, isocyanato ethyl acrylate, which are reacted with ethylenic unsaturated compounds as they are enumerated, for example, under 1), or as previously mentioned, but in particular with acrylic acids and methacrylic acids, and thus exhibit a content in polymerizable double bond carbon atoms.

Especially preferred are polyesters, polyethers and polyepoxides. The prepolymers can also be amine modified, for example, by addition of primary and secondary amines to double bonds (Michael addition). The (B) component can initially be present in dissolved form in an organic solvent or in a solvent mixture such as, for example, in the solvent used during the production of the (B) component. Suitable organic solvents are, for example, tetrahydrofuran, dioxane, acetone, methyl ethyl ketone, propanols, butanols, ethyl acetate, butyl acetate, methylene chloride, xylenes or toluenes; preferred are methyl ethyl ketone, tetrahydrofuran, isopropanol and isobutanol. The (B) component solution is then dispersed in water and the organic solvents are distilled off. Component (B) can also be directly dispersed in water.

In general, the solid matter content of such aqueous dispersions of component (B) amounts to 20 through 80 weight %.

Component (B) can be self-dispersing so that no dispersing adjuvants are required (protective colloid or emulsifier). Preferably, it is not self-dispersing and it is dispersed with the help of a protective colloid. Therefore, a protective colloid is added to the water prior to the dispersion of component (B) or prior to the organic dissolution of component (B).

In this case, the protective colloid is generally added to (B) in quantities of 0.1 to 30, preferably 3 to 12 weight % relative to (B). Here, we are dealing preferably with water soluble, high molecular organic compounds with polar groups such as, for example, polyvinyl pyrrolidone, copolymers of vinyl propionate or vinyl acetate and vinyl pyrrolidone, with partially saponified copolymers of acrylic ester and acrylic nitrile, polyvinyl alcohols with various residual acetate contents, cellulose ether, gelatin or mixtures of these substances. Especially preferred protective colloids are polyvinyl alcohols with a residual acetate content of under 35, in particular of 5 to 30 mole % and/or a vinyl pyrrolidone-/ vinyl propionate copolymer with a vinyl

ester content of under 35, in particular of 5 to 30 weight %.

Furthermore, non-ionic emulsifiers can be used and in special cases, ionic emulsifiers as well. Preferred emulsifiers are longer chain alcohols or phenols with various degrees of ethoxylation and/or propoxylation (adducts of 4 to 50 moles of ethylene oxide and/or propylene oxide). Especially advantageous are combinations of the above mentioned protective colloids mixed with such emulsifiers because finer particle dispersions can be obtained by using them.

The binding agent dispersion in accordance with the invention contains as (C) component 0 to 30 weight %, preferably 0.1 to 10 weight %, especially preferred 0.5 to 10 weight % relative to the total quantity of (A), (B) and (C) of a previously mentioned protective colloid.

For the production of the irradiation curable binding agent dispersions in accordance with the invention, the aqueous dispersions of components (A) and (B) can be mixed together.

Preferably, an aqueous dispersion of a self-dispersing polyurethane (A) is mixed with the aqueous dispersion of a prepolymer (B) which is dispersed with the help of a protective colloid.

The binding agent dispersion in accordance with the invention preferably contains 19.9 to 80 weight %, especially preferred 40 to 79.5 weight %, relative to the total quantity of (A), (B) and (C) of the component (A).

The weight percentage of component (B) accordingly amounts to a preferable 19.9 through 80 weight %, especially preferred is 20 to 59.5 weight % relative to the total quantity of (A), (B) and (C).

The solid matter content of the binding agent dispersion in accordance with the invention can accordingly be adjusted to obtain the desired viscosity. Generally, the solid matter content lies between 20 and 80, in particular between 20 and 70 weight %.

The dispersions in accordance with the invention can contain additional ingredients such as, for example, pigments, dyes, filling agents and other adjuvant substances that are standard in the coatings technology.

For curing by irradiation with UV- light, photo initiators are added to the dispersions.

Coming under consideration as photo initiators are, for example, benzophenone, alkyl benzophenone, halogen methylated benzophenones, Michler's ketone, anthrone and halogenated benzophenones. Furthermore, benzoin and its derivatives are suitable. Equally effective photo initiators are anthraquinone and many of its derivatives such as, for example, β - methyl anthraquinone, tertiary butyl anthraquinone and anthraquinone carboxylic acid ester and acyl phosphine oxide, for example, Lucirin® TPO. The photo initiators can also be attached to the polymer structure, for example, by co-polymerization of photo initiators functionalized with

methacrylate groups.

Depending on the application purpose of the masses in accordance with the invention, the photo initiators that are used in quantities of between 0.1 and 20 weight %, preferably from 0.1 to 5 weight %, relative to the polymerizable components, can either be used as individual substances or, based on the common advantageous effects of synergy, also in combination with one another.

Advantageous additives that can contribute to further increasing reactivity are found in certain tertiary amines such as, for example, triethylamine and triethanolamine. They can also be used in quantities of up to 5 weight % relative to the polymerizable components.

In concluding, it is noteworthy to mention that the dispersions in accordance with the invention can also be thermally cross linked. For this, it is necessary to add initiators that form radicals at the more elevated temperatures. For example, dibenzoyl peroxide, cumene hydroperoxide or azodiisobutyric acid dinitrile can be used. Further examples of suitable initiators are described in the "Polymer Handbook", 2nd edition, Wiley & Sons, New York.

The dispersions in accordance with the invention can be used for the production of coatings.

They can be applied for example by spraying, casting, pressure casting/printing or by doctor blade on substrates such as metal, plastics, glass, wood, paper, cardboard, leather or textiles.

During irradiation curing, the protective layers are generally preheated for up to 30 minutes at temperatures of up to 100°C and subsequently exposed to ultraviolet light or high energy electron beams for a short period. To this end, conventional ultraviolet or electron beam sources are used for curing the protective layers. In order to maintain the shortest possible preliminary heating periods, relatively low molecular prepolymers are preferred for reasons of viscosity.

In the case of porous substrates such as, for example, leather, paper and wood, just very short preliminary heating periods are required because the major part of the water is absorbed by the substrate; sometimes, preliminary heating can be skipped altogether.

The coatings simultaneously exhibit very good elastic properties while maintaining great hardness.

Even the adhesion of the coatings and the resistance to chemicals are very good.

Example 1

Polyurethane dispersion a₁)

200 weight parts of a polyester of adipic acid, isophthalic acid (molar ratio of 1 : 1) and 1,6 hexanediol (OH = number 112), 43 weight parts of 1,4- butanediol, 60 weight parts of bisphenol- A- diglycid ether acrylate (adduct of 2 moles of acrylic acid to bisphenol- A- diglycid ether), 53 parts of dimethylol propionic acid and 100 parts of N- methyl- pyrrolidone were dehydrated in a vacuum at 70°C and reacted with 322 weight parts of isophorone diisocyanate at 90°C to the point of yielding an NCO- content of 2.75 weight %. After dilution with 800 weight parts of acetone, 32 weight parts of dimethyl ethanolamine were added and the solution was dispersed in 1,500 weight parts of water within 10 minutes. After 5 minutes, 21 parts of isophorone diamine and 9 weight parts of diethylene triamine were added in 140 weight parts of water. The acetone was distilled off. A part of the dispersion was dried at room temperature, upon which a film developed which was insoluble in dimethyl formamide.

Prepolymer dispersion b)

18 weight % of bisphenol- A- diglycid ether acrylate

27 weight % of an alkoxyated trimethylol propane acrylate (molar weight: 500 g/ mole; 100 Pa. - s at 23°C, Laromer® LR8748 BASF AG)

5 weight % of polymer of N- vinyl pyrrolidone and vinyl propionate with a weight ratio of 66 : 34.

50 weight % of water.

117 g. of polyurethane dispersion were mixed with 30 g. of prepolymer dispersions, 2 g. of a photo initiator, benzophenone/ 1- hydroxy- cyclo- hexyl- phenyl- ketone (Irgacure® 500, by Ciba - Geigy AG) were added and the solid matter content of the dispersion was adjusted to 30 weight % with water. The weight ratio of the polyurethane/ prepolymer amounted to 70 : 30.

The dispersion was applied to semi-mat art paper (KD paper) and dried at 40°C for 20 minutes and transported past the high pressure mercury vapor lamp (120 Watts/ cm) on the conveyor below at a distance of 10 cm from it. An 8 µm thick layer could be cured at a conveyor speed greater than 78 m/min and hardened against fingernail scratching.

A 40 µm layer on glass had a pendulum damping value (DIN 53 157) of 115 s. after twice being exposed to light at a conveyor speed of 10 m/ min. The Olsen cupping index (DIN 53 156) of a 20 µm thick layer, hardened twice at a conveyor speed of 10 m/ min, on bonderizing tin 132 amounted to 9.8 mm. The adhesion of this layer with or without cross cutting, the resistance to chemicals (DIN 68 860 B), surface smoothness and grindability were very good.

Example 2

Polyurethane dispersion a₂)

200 weight parts of a polyester of adipic acid, isophthalic acid (molar ratio of 1 : 1) and 1,6 hexanediol (OH number 112), 80 weight parts of 1,4- butanediol, 60 weight parts of bisphenol-A- diglycid ether acrylate, 54 weight parts of dimethylol propionic acid, 0.1 weight parts of p-methoxy phenol and 100 weight parts of N- methyl- pyrrolidone were dehydrated in a vacuum at 70°C and were reacted with 411 weight parts of isophorone diisocyanate at 90°C to the point of yielding an NCO- content of 2.34 weight %. After dilution with 800 weight parts of acetone, 28 weight parts of dimethyl ethanolamine were added and the solution was dispersed in 1,000 weight parts of water within 10 minutes. After 5 minutes, 21 weight parts of isophorone diamine and 9 weight parts of diethylene triamine were added in 40 weight parts of water. The acetone was distilled off. The polyurethane was insoluble in dimethyl formamide.

In analogy to example 1, a dispersion was produced from a₂ and b) with a solid matter content of 30 weight % in which the weight ratio of polyurethane to prepolymer was 70 : 30.

Resistance to scratching by fingernail was obtained at 45 m/ min. The pendulum damping value amounted to 105 s, the Olsen cupping index was over 10 mm. Adhesion, resistance to chemicals and surface smoothness were very good.

Comparative example

The solid matter content of the prepolymer dispersion b) was set to 30 weight %. Resistance to scratching by fingernail was attained at 10 m/ min. The pendulum damping value amounted to 130 s and the Olsen cupping index was only 3 mm. The resistance to chemicals was very good, however adhesion was only satisfactory.

Patent claims

1. Irradiation curable, aqueous binding agent dispersions containing
 - (A) 5 to 95 weight %, relative to the total quantity of components (A), (B) and (C), of a polyurethane dispersed in water, which has a K-value greater than 40 (measured in dimethyl formamide) or which is not soluble in dimethyl formamide and which exhibits a content of polymerizable ethylenic unsaturated groups of a maximum of 0.2 moles per 100 g of polyurethane, and
 - (B) 5 to 95 weight %, relative to the total quantity of components (A), (B) and (C), of a prepolymer or of a prepolymer mixture dispersed in water with a content of 0.1 to 1.0 mole of polymerizable ethylenic unsaturated groups per 100 g of prepolymer or of prepolymer mixture and with a molecular weight of 300 to 10,000, whereby the K-value (measured in dimethyl formamide) is smaller than 40, and
 - (C) 0 to 30 weight %, relative to the total quantity of the components (A), (B) and (C), of a protective colloid.
2. Process for the production of binding agent dispersions in accordance with claim 1, thus

characterized that an aqueous dispersion of a self dispersing polyurethane (A) is mixed with the aqueous dispersion of a prepolymer (B) which is present in dispersed form with the help of a protective colloid.

3. Application of aqueous binding agent dispersions in accordance with claim 1 for the production of coatings that are cured by irradiation with high energy beams.
4. Coated substrates obtained by the use of a binding agent dispersion in accordance with claim 1.